

5

10       Zündkerze für eine Brennkraftmaschine und Verfahren zur  
            Herstellung einer Mittelelektrode für eine Zündkerze einer  
            Brennkraftmaschine

15       Stand der Technik

15       Die Erfindung geht aus von einer Zündkerze für eine  
Brennkraftmaschine sowie von einem Verfahren zur Herstellung  
einer Mittelelektrode nach Gattung der unabhängigen  
Ansprüche. Es ist bereits eine Zündkerze für eine  
20       Brennkraftmaschine bekannt (EP 0 785 604 B1), die eine  
Mittelelektrode aufweist, wobei die Mittelelektrode aus  
einem Elektrodengrundkörper und einem Edelmetallplättchen  
besteht. Das Edelmetallplättchen ist auf der  
brennraumzugewandten Stirnfläche des Elektrodengrundkörpers  
25       befestigt. Der Elektrodengrundkörper weist in seinem  
brennraumseitigen Endabschnitt eine Kegelstumpf-Form auf.  
Aus der EP 0 785 604 B1 ist es weiterhin bekannt, das  
Edelmetallplättchen durch Laserschweißen oder  
Widerstandsschweißen auf die brennraumzugewandte Stirnfläche  
30       des Elektrodengrundkörpers aufzubringen. Das  
Edelmetallplättchen besteht dabei aus einer Platin-,  
Iridium- oder Platin-basierten Legierung. Der  
Elektrodengrundkörper besteht aus einer Nickellegierung,  
wobei der Elektrodengrundkörper einen Kern aus  
35       wärmeleitfähigem Material aufweist.

### Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Zündkerze für einen Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs hat demgegenüber den Vorteil, dass sie sehr gute Entflammungseigenschaften aufweist, da durch eine verringerte Oberfläche dem Volumen, in dem das Gemisch entzündet werden soll, weniger Wärme entzogen wird. Eine derartige Lösung ist kostengünstig realisierbar.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im unabhängigen Anspruch angegebenen Zündkerze möglich.

Besonders vorteilhaft ist, den Öffnungswinkel des kegelstumpfförmigen Edelmetallplättchens kleiner als den Öffnungswinkel des kegelstumpfförmigen brennraumseitigen Endabschnitts des Elektrodengrundkörpers zu wählen, da so der Materialverbrauch für das Edelmetallplättchen minimiert und gleichzeitig der Wärmeentzug aus dem Volumen, in dem das brennfähige Gemisch entzündet werden soll, minimiert wird.

Besonders vorteilhaft ist, den brennraumseitigen Endabschnitt des Elektrodengrundkörpers derart zu gestalten, dass er einen ersten und einen zweiten kegelstumpfförmigen Bereich aufweist. So ist der Wärmeentzug aus dem Volumen, in dem das brennfähige Gemisch entzündet werden soll, nochmals reduziert. Zur richtigen Anpassung der Öffnungswinkel an den Grunddurchmesser des Elektrodengrundkörpers ist vorteilhaft, die Öffnungswinkel derart zu gestalten, dass der Öffnungswinkel des ersten kegelstumpfförmigen Bereichs und des sich daran anschließenden Edelmetallplättchens kleiner ist als der Öffnungswinkel des zweiten kegelstumpfförmigen Bereichs. Vorteilhaft ist weiterhin, den Bereich, der abbrandbeständig ist und aus Edelmetall besteht, zu vergrößern, d.h. den ersten kegelstumpfförmigen Bereich und

den sich in Richtung Brennraum anschließenden Bereich des Edelmetallplättchens so zu gestalten, dass der Öffnungswinkel des ersten kegelstumpfförmigen Bereichs in Richtung Brennraum zeigt. Dieser kegelstumpfförmige Bereich weitet sich also leicht, d.h. mit einem Winkel bis zu 35°, in Richtung Brennraum auf. Der Wärmeentzug aus dem Bereich, in dem das brennfähige Gemisch gezündet werden soll, ist somit nicht wesentlich vergrößert, es wird jedoch eine Erhöhung der Abbrandbeständigkeit erreicht.

10

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer Mittelelektrode für eine Zündkerze einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs hat gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, dass die Haftfestigkeit der Edelmetallspitze am Trägermaterial des Elektrodengrundkörpers verbessert wird. Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im unabhängigen Anspruch angegebenen Verfahrens zur Herstellung einer Mittelelektrode für eine Zündkerze einer Brennkraftmaschine möglich. Besonders vorteilhaft ist, dass das Edelmetallplättchen mittels einfacher Methoden wie Widerstandsschweißen oder Laserschweißen auf dem Elektrodengrundkörper befestigt wird. Es ist weiterhin vorteilhaft, dass die brennraumseitige Stirnfläche des Elektrodengrundkörpers vor der Befestigung des Edelmetallplättchens derart spanend bearbeitet wird, dass die Stirnfläche plan ist, da so eine genau definierte Befestigung des Plättchens und somit eine genaue Lokalisation des Bereichs zwischen Edelmetallplättchen und Elektrodengrundkörper erfolgt. Es ist weiterhin vorteilhaft, die spanende Bearbeitung des Edelmetallplättchens und des Endabschnitts des Elektrodengrundkörpers derart vorzunehmen, dass der brennraumseitige Endabschnitt des Elektrodengrundkörpers einen ersten und einen zweiten

5

kegelstumpfförmigen Bereich aufweist. Somit ist gewährleistet, dass einerseits eine gute Haftfestigkeit des Edelmetallplättchens gewährleistet wird und zum anderen, dass die wärmeentziehende Oberfläche der Mittelelektrode minimiert wird.

10

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

15

Figur 1a einen Elektrodengrundkörper und ein

Edelmetallplättchen schematisch im Längsschnitt,

Figur 1b eine Mittelelektrode einer Zündkerze nach

20

Aufbringen des Edelmetallplättchens auf den

Elektrodengrundkörper schematisch im Längsschnitt,

25

Figur 1c eine Mittelelektrode einer erfindungsgemäßen

Zündkerze nach Abdrehen des Edelmetallplättchens und des brennraumseitigen Endabschnitts des Elektrodengrundkörpers

schematisch im Längsschnitt,

30

Figur 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer

Mittelelektrode einer erfindungsgemäßen Zündkerze

schematisch im Längsschnitt,

25

Figur 3 den brennraumseitigen Endabschnitt des

Elektrodengrundkörpers und das Edelmetallplättchen

schematisch im Längsschnitt,

Figur 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer

Mittelelektrode einer erfindungsgemäßen Zündkerze

schematisch im Längsschnitt,

30

Figur 5, Figur 6 und Figur 7 jeweils eine Mittelelektrode

einer erfindungsgemäßen Zündkerze schematisch in der

Draufsicht,

Figur 8 und Figur 9 jeweils weitere Ausführungsbeispiele von brennraumseitigen Endabschnitten und Edelmetallplättchen

einer erfindungsgemäßen Zündkerze schematisch im  
Längsschnitt,  
Figur 10 eine Mittelelektrode einer Zündkerze (schematisch)  
nach dem Stand der Technik,  
5 Figur 11a einen Kreiskegel in der Ansicht von der Seite und  
Figur 11b einen Kegelstumpf in der Ansicht von der Seite.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

10 Der prinzipielle Aufbau einer Zündkerze ist aus dem Stand  
der Technik hinreichend bekannt und kann z.B. aus der Bosch-  
Technischen Unterrichtung „Zündkerzen“, Robert Bosch GmbH  
1985, entnommen werden. Danach weist eine Zündkerze ein  
metallisches rohrförmiges Gehäuse, das radialsymmetrisch  
15 ist, auf. In einer mittigen Bohrung entlang der  
Symmetrieachse des metallischen Gehäuses ist ein Isolator  
angeordnet, der koaxial verläuft. In einer mittigen, entlang  
der Längsachse des Isolators verlaufenden Bohrung ist am  
brennraumseitigen Ende eine Mittelelektrode angeordnet, die  
am brennraumseitigen Ende des Isolators aus der Bohrung  
20 hinausragt. Am brennraumfernen Ende der Mittelelektrode ist  
in der Bohrung des Isolators eine elektrisch leitende  
Glasschmelze angeordnet, die die Mittelelektrode mit dem  
Anschlußbolzen, der ebenfalls in der mittigen Bohrung des  
Isolators angeordnet ist, verbindet. Am brennraumseitigen  
25 Ende des metallischen Gehäuses sind weiterhin eine oder  
mehrere Masseelektroden angeordnet. Die über den  
Anschlußbolzen, die elektrisch leitende Glasschmelze und die  
Mittelelektrode zum brennraumseitigen Ende der Zündkerze  
gelangende elektrische Energie führt nun dazu, dass ein  
30 Funken zwischen der Mittelelektrode und einer oder mehrerer  
Masseelektroden überschlägt, die das im Brennraum  
befindliche Kraftstoff-/Luft-Gemisch entzünden.

Die Mittelelektrode besteht, wie in der EP 0 785 604 B1 beschrieben, aus einem Elektrodengrundkörper und weist am brennraumseitigen Ende des Elektrodengrundkörpers ein Edelmetallplättchen auf, das an die brennraumseitige 5 Stirnfläche des Elektrodengrundkörpers angebracht ist. Der Elektrodengrundkörper besteht aus einer Nickelbasislegierung, während das Edelmetallplättchen aus Platin oder Iridium oder einer Platin-basierten Legierung 10 oder einer Iridium-basierten Legierung besteht. In Figur 10 ist der Längsschnitt einer derartigen Mittelelektrode schematisch dargestellt. Dabei bezeichnet das Bezugszeichen 5 den Elektrodengrundkörper und das Bezugszeichen 8 das Edelmetallplättchen. In der EP 0 785 604 B1 wird weiterhin beschrieben, dass das Edelmetallplättchen 8 mittels 15 Widerstandsschweißen oder mittels Laserschweißen auf den Elektrodengrundkörper 5 aufgebracht werden kann.

Durch inhomogene Temperaturverteilung und Aufweichung des Edelmetallplättchens während des Prozesses, in dem das Edelmetallplättchen 8 auf den Elektrodengrundkörper 5 20 aufgebracht wird, entstehen zwei Abschnitte im Übergangsbereich zwischen Elektrodengrundkörper 5 und Edelmetallplättchen 8. Dies ist zum einen ein äußerer Abschnitt, der sich in Richtung des äußeren Umfangs dieses 25 Bereichs befindet, wobei dieser Abschnitt in Figur 10 anhand von starken durchgezogenen Linien, versehen mit dem Bezugszeichen 11, gekennzeichnet ist. Zum anderen weist der Übergangsbereich zwischen Elektrodengrundkörper 5 und Edelmetallplättchen 8 einen inneren Abschnitt auf, der sich 30 in Richtung Längsachse des Edelmetallplättchens bzw. des Elektrodengrundkörpers 5 an den äußeren Abschnitt 11 anschließt bzw. durch den äußeren Abschnitt 11 umgeben ist. Der innere Abschnitt ist in Figur 10 mit dem Bezugszeichen 35 12 versehen und durch eine starke, unterbrochene Linie veranschaulicht. Figur 10 stellt dabei einen schematischen

Längsschnitt durch eine Mittelelektrode dar. Der äußere Abschnitt 11 weist nach dem Prozess, der eine Verbindung zwischen Edelmetallplättchen 8 und Elektrodengrundkörper 5 herstellt, eine Kerbe sowie Mikrorisse auf, die durch eine inhomogene Temperaturverteilung während des Aufbringprozesses und auf die Erweichung des Edelmetallplättchens verursacht werden. Weiterhin ist die Diffusionszone in dem äußeren Abschnitt 11 gegenüber dem inneren Abschnitt 12 in ihrer vertikalen Ausdehnung verringert, so dass sich der Übergangsbereich zwischen Edelmetallplättchen 8 und Elektrodengrundkörper 5 im äußeren Abschnitt 11 in der Zusammensetzung vom inneren Abschnitt 12 unterscheidet. Aufgrund seiner Mikrostruktur und seiner Zusammensetzung zeichnet sich der äußere Abschnitt 11 durch eine besonders hohe Wärmespannungsbeanspruchung aus. Dieser Abschnitt 11 vermindert die Haftfestigkeit des Edelmetallplättchens auf dem Elektrodengrundkörper.

In Figur 1 ist nun ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung einer Mittelelektrode für eine Zündkerze in einer Brennkraftmaschine schematisch dargestellt. Figur 1a zeigt ein Edelmetallplättchen 8 im Längsschnitt, wobei das Edelmetallplättchen 8 scheibenförmig ausgebildet ist. Die brennraumzugewandte Stirnseite des Edelmetallplättchens wird mit dem Bezugszeichen 82 versehen, während die brennraumabgewandte Stirnseite des Edelmetallplättchens mit dem Bezugszeichen 84 versehen wird. Weiterhin ist in Figur 1a der Elektrodengrundkörper 5 schematisch im Längsschnitt dargestellt. Die brennraumzugewandte Stirnseite des Elektrodengrundkörpers ist mit dem Bezugszeichen 51 versehen. Der Elektrodengrundkörper ist im wesentlichen zylinderförmig ausgebildet. In Figur 1b ist nun dargestellt, wie die Mittelelektrode nach Aufbringen des Edelmetallplättchens 8 beschaffen ist. Dabei wird mittels Widerstandsschweißen oder mittels Laserschweißen die

brennraumabgewandte Stirnfläche 84 des Edelmetallplättchens mit der brennraumzugewandten Stirnseite des Elektrodengrundkörpers 51 verbunden. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die brennraumzugewandte Stirnseite des Elektrodengrundkörpers 51 vor dem Schweißschritt derart spanend bearbeitet, dass die brennraumzugewandte Stirnseite des Elektrodengrundkörpers 51 plan ist. Zu den bevorzugten spanenden Bearbeitungsverfahren zählen dabei das Schleifen, das Drehen oder das Fräsen. Zur Feinstbearbeitung können weiterhin Verfahren wie Hohnen, Läppen oder Glätten angewendet werden. Nach dem Schweißen wird nun das Edelmetallplättchen 8 und ein brennraumseitiger Endabschnitt des Elektrodengrundkörpers 15 derart konisch abgedreht, dass der in Figur 10 gezeigte äußere Abschnitt 11 des Übergangsbereichs zwischen Edelmetallplättchen 8 und Elektrodengrundkörper entfernt wird.

Mit Abdrehen wird dabei ein spanendes Verfahren zur Bearbeitung von rotationssymmetrischen Werkstücken oder Werkstückflächen bezeichnet, wobei das Werkstück rotiert und der die Bearbeitung des Werkstücks ausführende Drehmeißel eine axiale oder radiale Vorschubbewegung (bezogen auf die Rotationsachse des Werkstücks) ausführt. Die Mittelelektrode hat danach eine Form, wie sie in Figur 1c gezeigt wird. Das Edelmetallplättchen 8 ist gegenüber dem in Figur 1b gezeigten Edelmetallplättchen im Durchmesser verringert und ein brennraumseitiger Endabschnitt 15 des Elektrodengrundkörpers besitzt eine kegelstumpfartige Form. Der Durchmesser der brennraumzugewandten Stirnfläche des Elektrodengrundkörpers 51 entspricht dabei dem Durchmesser der brennraumabgewandten Stirnfläche des Edelmetallplättchens 84. Damit ist gewährleistet, dass zum einen der äußere Abschnitt 11 entfernt worden ist und zum anderen die brennraumseitige Oberfläche der Mittelelektrode verringert ist, was dazu führt, dass dem Volumen des Brennraums, in dem das Brennstoff-/Luft-Gemisch gezündet

werden soll, weniger Wärme entzogen wird. Dies verbessert die Entflammungseigenschaften der Zündkerze insbesondere im Hinblick auf stark abgemagerte Gemische.

- 5 In weiteren Ausführungsbeispielen der Erfindung wird die beschriebene Geometrie des brennraumseitigen Endabschnitts des Elektrodengrundkörpers 15 sowie des Edelmetallplättchens 8 durch andere spanende Verfahren zur Bearbeitung von Werkstücken wie Schleifen und Fräsen hergestellt, d.h. der äußere Abschnitt 11 wird mittels der genannten anderen spanenden Verfahren entfernt. Zur End- oder Feinstbearbeitung können außerdem spanende Verfahren wie Hohnen, Läppen oder Glätten verwendet werden. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird der Durchmesser der brennraumseitigen Stirnfläche des Edelmetallplättchens 82 durch die spanende Bearbeitung um bis zu 50% verringert, d.h. der Durchmesser der brennraumseitigen Stirnfläche des Edelmetallplättchens 82 ist vor der spanenden Bearbeitung maximal doppelt so groß wie nach der spanenden Bearbeitung.
- 10
- 15
- 20 Unter einem Kegel, wobei der Kegel auch als Kreiskegel bezeichnet wird, ist ein dreidimensionaler Körper zu verstehen, der durch das eingeschlossene Volumen einer durch einen festen Punkt S verlaufenden Geraden gebildet wird, die auf einer kreisförmigen Kurve gleitet. Der Punkt S, der dann die Kegelspitze bildet, liegt dabei nicht auf der kreisförmigen Kurve. Ein derartiger Kegel ist in Figur 11a in einer Ansicht von der Seite gezeigt. Wird nun der Kegel in einer Fläche parallel zu der der Spitze gegenüberliegenden Grundfläche G geschnitten, so entsteht ein Kegelstumpf. Dabei enthält der Kegelstumpf nicht die Kegelspitze, sondern die Grundfläche G. Ein derartiger Kegelstumpf ist in Figur 11b gezeigt.
- 25
- 30

Figur 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine Mittelelektrode einer erfindungsgemäßen Zündkerze. Diese ist wiederum im Längsschnitt schematisch dargestellt. Im Unterschied zu Figur 1c ist nun auch das Edelmetallplättchen 5 konisch angedreht, d.h. das Edelmetallplättchen 8 weist ebenfalls eine kegelstumpfartige Form auf. Der Durchmesser der brennraumzugewandten Stirnfläche des Elektrodengrundkörpers 51 entspricht dabei dem Durchmesser der brennraumabgewandten Stirnfläche des Edelmetallplättchens 84. Die Öffnungswinkel des Edelmetallplättchens 23 und des brennraumseitigen Endabschnitts 21 sind, wie in Figur 3 vergrößert schematisch dargestellt, unterschiedlich. Vorzugsweise schließen die Öffnungswinkel 21 einen Winkel von bis zu  $180^\circ$  bzw. der Öffnungswinkel 23 von bis zu  $90^\circ$  ein. Besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, den Öffnungswinkel 23 zwischen 0 und  $45^\circ$  10 und den Öffnungswinkel 21 zwischen 80 und  $110^\circ$  zu wählen.

15

Figur 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer 20 Mittelelektrode einer erfindungsgemäßen Zündkerze schematisch im Längsschnitt. Hierbei wurde das Edelmetallplättchen und der brennraumseitige Endabschnitt 25 des Elektrodengrundkörpers 15 derart abgedreht, dass das Edelmetallplättchen 8 und ein erster kegelstumpfförmiger Bereich 151 des brennraumseitigen Endabschnitts 15 einen ersten Kegelstumpf und ein zweiter kegelstumpfförmiger Bereich des brennraumseitigen Endabschnitts einen zweiten Kegelstumpf bilden. Dabei wurde auch hier der äußere 30 Abschnitt 11 abgedreht oder wie erwähnt mit einem anderen spanenden Verfahren bearbeitet. Der Durchmesser der brennraumzugewandten Stirnfläche des Elektrodengrundkörpers 51 entspricht dabei dem Durchmesser der brennraumabgewandten Stirnfläche des Edelmetallplättchens 84 sowie der Durchmesser der brennraumzugewandten Stirnfläche des zweiten 35 kegelförmigen Bereichs 157 dem Durchmesser der

brennraumabgewandten Stirnfläche des ersten kegelförmigen Bereichs 156. Durch diese Ausführung der Mittelelektrode wird erreicht, dass die Oberfläche weiter verkleinert wird, die dem Volumen, in dem das brennfähige Gemisch entzündet werden soll, Wärme entzieht.

In den Figuren 5, 6 und 7 sind Draufsichten auf das brennraumseitige Ende einer Mittelelektrode einer erfindungsgemäßen Zündkerze für eine Brennkraftmaschine dargestellt. Dabei entspricht die Draufsicht nach Figur 5 der Draufsicht auf eine Zündkerzen-Mittelelektrode nach Figur 1c. Hier ist das Edelmetallplättchen 8 nicht konisch abgedreht oder mittels eines anderen erwähnten Verfahrens spanend bearbeitet, sondern hat, wie in Figur 1c im Längsschnitt dargestellt, eine zylindrische Form mit Mantellinien parallel zur Längsachse der Mittelelektrode. Wie in Figur 5 zu erkennen ist, ist das Edelmetallplättchen konzentrisch angeordnet. Figur 6 entspricht einer Draufsicht einer Zündkerzen-Mittelelektrode nach Figur 2. Hier ist das Edelmetallplättchen 8 kegelstumpfförmig ausgebildet, so dass die Mantelflächen dieses Edelmetallplättchen-Kegelstumpfs als Kreisring in der Draufsicht abgebildet wird. In Figur 7 ist eine Draufsicht auf ein brennraumseitiges Ende einer Zündkerzen-Mittelelektrode nach Figur 4 abgebildet. Zunächst erscheint analog zu Figur 6 das Edelmetallplättchen, d.h. dessen brennraumzugewandte Stirnseite als Kreis und dessen Mantelfläche als Kreisring. Nach außen folgt dann der Kreisring, der die Mantelfläche des ersten kegelstumpfförmigen Bereichs 151 und als noch weiter außen liegender Kreisring der zweite kegelstumpfförmige Bereich 152.

In Figur 8 ist das Edelmetallplättchen 8 und der brennraumseitige Endabschnitt des Elektrodengrundkörpers mit dem ersten kegelstumpfförmigen Bereich 151 und dem zweiten

kegelstumpfförmigen Bereich 152 noch einmal vergrößert im Längsschnitt schematisch dargestellt. Desweiteren sind die Öffnungswinkel des ersten Kegelstumpfs bestehend aus dem Edelmetallplättchen 8 und dem ersten kegelstumpfförmigen Bereich 151 und der Öffnungswinkel des zweiten kegelstumpfförmigen Bereichs 152 eingezeichnet. Dabei ist der Öffnungswinkel des zweiten kegelstumpfförmigen Bereichs 152 mit dem Bezugszeichen 25 versehen und der Öffnungswinkel des ersten Kegelstumpfs mit dem Bezugszeichen 27 versehen.

Die Öffnungswinkel sind dabei derart gestaltet, dass der Öffnungswinkel 25 kleiner als  $180^\circ$  ist und der Öffnungswinkel 27 kleiner als  $90^\circ$  ist. Besonders vorteilhaft hat sich in Versuchen erwiesen, den Öffnungswinkel 27 zwischen 0 und  $45^\circ$  zu wählen und den Öffnungswinkel 25 zwischen 80 und  $110^\circ$ . Damit ist eine besonders vorteilhafte Ausführung der Zündkerzen-Mittelelektrode gewährleistet, bei der der Wärmeentzug aus dem Volumen, in dem das brennfähige Gemisch entzündet werden soll, besonders minimiert ist.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Mittelelektrode einer erfindungsgemäßen Zündkerze wird anhand von Figur 9 beschrieben. Hier ist, analog zu Figur 8 das Edelmetallplättchen 8, der erste kegelstumpfförmige Bereich 151 und der zweite kegelstumpfförmige Bereich 152 dargestellt. Dabei zeigt der Öffnungswinkel 28 des ersten Kegelstumpfs, der sich aus dem kegelstumpfförmigen Bereich 151 und dem Edelmetallplättchen 8 zusammensetzt, in Richtung Brennraum, während der Öffnungswinkel 25 des zweiten kegelstumpfförmigen Bereichs 152 analog zu den in den Figuren 3 und 8 dargestellten Öffnungswinkeln in Richtung brennraumfernes Ende der Zündkerzen-Mittelelektrode zeigen. Der Durchmesser der brennraumzugewandten Stirnfläche des Elektrodengrundkörpers 51 entspricht dabei analog zu Figur 4 dem Durchmesser der brennraumabgewandten Stirnfläche des Edelmetallplättchens 84 sowie der Durchmesser der

brennraumzugewandten Stirnfläche des zweiten kegelförmigen  
Bereichs 157 dem Durchmesser der brennraumabgewandten  
Stirnfläche des ersten kegelförmigen Bereichs 156. Der  
Öffnungswinkel 28 beträgt dabei bis zu  $25^\circ$ , wobei  
5 vorzugsweise der Öffnungswinkel 27 zwischen 3 und  $10^\circ$   
gewählt wird. Somit ist gewährleistet, dass trotz lediglich  
sehr geringer Erhöhung der Oberfläche des brennraumseitigen  
Endes der Mittelelektrode der abbrandbeständige Bereich, der  
durch das Edelmetallplättchen 8 verkörpert wird, vergrößert  
10 ist.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel zeichnet sich dadurch  
aus, dass die Höhe des ersten kegelstumpfförmigen Bereichs  
151 zusammen mit der Höhe des Edelmetallplättchens 8 kleiner  
15 oder gleich 1,5 Millimeter ist. In einem besonders  
bevorzugten Ausführungsbeispiel beträgt die Höhe des ersten  
kegelstumpfförmigen Bereichs 151 zusammen mit der Höhe des  
Edelmetallplättchens (Bezugszeichen 8) 0,4 bis 1,0  
Millimeter. Durch diese Ausgestaltung wird gewährleistet,  
20 dass sowohl eine hohe Abbrandbeständigkeit als auch ein  
geringer Wärmeentzug aus dem Volumen, in dem das Kraftstoff-  
/Luftgemisch entzündet werden soll, sichergestellt ist.  
Weiterhin wird eine funktionsgerechte Wärmeabfuhr  
gewährleistet. Dies wird auch erreicht, in dem der  
25 Durchmesser der brennraumzugewandten Stirnseite des  
Edelmetallplättchens 82 kleiner oder gleich 1,5 Millimeter  
ist. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird der  
Durchmesser der brennraumzugewandten Stirnseite des  
Edelmetallplättchens 82 zwischen 0,5 und 1,0 Millimeter  
gewählt.

30 Durch die erfindungsgemäße Zündkerze wird sichergestellt,  
dass aufgrund des Einsatzes eines Edelmetallplättchens am  
brennraumseitigen Ende der Mittelelektrode sehr lange  
35 Laufzeiten der Zündkerze erreicht werden. Dabei wird die

Haftfestigkeit des Edelmetallaufsatzes dadurch verbessert,  
dass der äußere Abschnitt 11 während der Herstellung der  
Zündkerzen-Mittelelektrode abgedreht wird und somit die  
Haftfestigkeit des Edelmetallplättchens auf dem Elektroden-  
Grundkörper nicht beeinflussen kann. Weiterhin wird durch  
die dargestellte Gestaltung des brennraumseitigen Endes der  
Mittelelektrode sichergestellt, dass im Volumen, in dem das  
brennfähige Gemisch gezündet werden soll, durch eine geringe  
Oberfläche nicht zuviel Wärme entzogen wird. Dabei ist die  
Herstellung der Zündkerzelektrode auf die geschilderte Art  
und Weise kostengünstig.

15

5

10           Ansprüche

15           1. Zündkerze für eine Brennkraftmaschine mit einer  
Mittelelektrode, die einen Elektrodengrundkörper (5) mit  
einer brennraumzugewandten Stirnfläche (51) aufweist, auf  
der ein Edelmetallplättchen (8) befestigt ist, wobei ein  
brennraumseitiger Endabschnitt des Elektrodengrundkörpers  
(15) kegelstumpfförmig ausgebildet ist, dadurch  
gekennzeichnet, dass das Edelmetallplättchen (8)  
kegelstumpfförmig ausgebildet ist, wobei der Durchmesser der  
brennraumzugewandten Stirnfläche des Elektrodengrundkörpers  
(51) dem Durchmesser der brennraumabgewandten Stirnfläche  
des Edelmetallplättchens (84) entspricht.

25           2. Zündkerze nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet,  
dass der Öffnungswinkel des kegelstumpfförmigen  
brennraumseitigen Endabschnitts des Elektrodengrundkörpers  
(21) kleiner oder gleich 180 Grad und/oder der  
Öffnungswinkel des kegelstumpfförmigen Edelmetallplättchens  
(23) kleiner oder gleich 90 Grad ist, wobei sich der  
Öffnungswinkel jeweils in die brennraumabgewandte Richtung  
öffnet.

30           3. Zündkerze nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet,  
dass der brennraumseitige Endabschnitt des  
Elektrodengrundkörpers (15) einen ersten kegelstumpfförmigen

35

Bereich (151) und einen zweiten kegelstumpfförmigen Bereich (152) aufweist, wobei der Durchmesser der brennraum-  
abgewandten Stirnfläche des ersten kegelstumpfförmigen  
Bereichs (156) dem Durchmesser der brennraumzugewandten  
5 Stirnfläche des zweiten kegelstumpfförmigen Bereichs (157)  
entspricht.

10 4. Zündkerze nach Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet,  
dass der Öffnungswinkel des ersten kegelstumpfförmigen  
Bereichs und des sich in Richtung Brennraum daran  
anschließenden Edelmetallplättchens (27) kleiner oder gleich  
90 Grad und/oder der Öffnungswinkel des zweiten  
kegelstumpfförmigen Bereichs (25) kleiner 180 Grad ist,  
wobei sich der Öffnungswinkel jeweils in die  
15 brennraumabgewandte Richtung öffnet.

20 5. Zündkerze nach Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet,  
dass der Öffnungswinkel des ersten kegelstumpfförmigen  
Bereichs und des sich in Richtung Brennraum daran  
anschließenden Edelmetallplättchens (28) kleiner oder gleich  
25 Grad ist, wobei sich der Öffnungswinkel in die  
25 brennraumzugewandte Richtung öffnet.

25 6. Zündkerze nach Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet,  
dass die Höhe des ersten kegelstumpfförmigen Bereichs (151)  
zusammen mit der Höhe des Edelmetallplättchens (8) kleiner  
oder gleich 1,5 Millimeter ist.

30 7. Zündkerze nach Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet,  
dass der Durchmesser der brennraumzugewandten Stirnseite des  
Edelmetallplättchens (82) kleiner oder gleich 1,5 Millimeter  
ist.

35 8. Verfahren zur Herstellung Mittelelektrode für eine  
Zündkerze einer Brennkraftmaschine, wobei auf einem

5 Elektrodengrundkörper (5) ein Edelmetallplättchen (8) befestigt wird, wobei die brennraumseitige Stirnseite des Elektrodengrundkörpers (51) mit der brennraumabgewandten Stirnseite des Edelmetallplättchens (84) verbunden wird, so dass ein Übergangsbereich zwischen Edelmetallplättchen (8) und Elektrodengrundkörper (5) entsteht, dadurch gekennzeichnet, dass anschließend das Edelmetallplättchen (8) und das brennraumseitige Ende des Elektrodengrundkörpers (15) derart spanend bearbeitet wird, dass ein äußerer 10 Abschnitt (11) im Übergangsbereich zwischen Edelmetallplättchen (8) und Elektrodengrundkörper (5) entfernt wird, der sich in seiner Mikrostruktur und/oder Zusammensetzung von der eines inneren Abschnitts (12) des Übergangsbereichs unterscheidet.

15 9. Verfahren nach Anspruch 8 dadurch gekennzeichnet, dass das Edelmetallplättchen (8) mittels Widerstandsschweißen oder Laserschweißen auf dem Elektrodengrundkörper (5) befestigt wird.

20 10. Verfahren nach Anspruch 8 dadurch gekennzeichnet, dass die brennraumseitige Stirnfläche des Elektrodengrundkörpers (51) vor Befestigung des Edelmetallplättchens (8) derart spanend bearbeitet wird, dass die brennraumseitige Stirnfläche plan ist.

25 11. Verfahren nach Anspruch 8 dadurch gekennzeichnet, dass das Edelmetallplättchen (8) und der brennraumseitige Endabschnitt des Elektrodengrundkörpers (15) derart spanend bearbeitet werden, dass ein erster kegelstumpfförmiger Bereich (151) und ein zweiter kegelstumpfförmiger Bereich (152) entstehen, wobei der Durchmesser der brennraumabgewandten Stirnfläche des ersten kegelstumpfförmigen Bereichs (156) dem Durchmesser der brennraumzugewandten 30

Stirnfläche des zweiten kegelstumpfförmigen Bereichs (157)  
entspricht.

5

Zündkerze für eine Brennkraftmaschine und Verfahren zur  
Herstellung einer Mittelelektrode für eine Zündkerze einer  
Brennkraftmaschine

10

Zusammenfassung

Es wird eine Zündkerze für eine Brennkraftmaschine mit einer  
Mittelelektrode, die einen Elektrodengrundkörper (5) mit  
einer brennraumzugewandten Stirnfläche (51) aufweist, auf  
der ein Edelmetallplättchen (8) befestigt ist vorgeschlagen.  
Ein brennraumseitiger Endabschnitt des  
Elektrodengrundkörpers (15) ist dabei kegelstumpfförmig  
ausgebildet. Das Edelmetallplättchen (8) ist ebenfalls  
kegelstumpfförmig ausgebildet, wobei der Durchmesser der  
brennraumzugewandten Stirnfläche des Elektrodengrundkörpers  
(51) dem Durchmesser der brennraumabgewandten Stirnfläche  
des Edelmetallplättchens (84) entspricht.

Es wird weiterhin ein Verfahren zur Herstellung  
Mittelelektrode für eine Zündkerze einer Brennkraftmaschine  
vorgeschlagen, wobei auf einem Elektrodengrundkörper (5) ein  
Edelmetallplättchen (8) befestigt wird, wobei die  
brennraumseitige Stirnseite des Elektrodengrundkörpers (51)  
mit der brennraumabgewandten Stirnseite des  
Edelmetallplättchens (84) verbunden wird. Anschließend wird  
das Edelmetallplättchen (8) und das brennraumseitige Ende  
des Elektrodengrundkörpers (15) derart konisch spanend  
bearbeitet, dass ein äußerer Abschnitt (11) im  
Übergangsbereich zwischen Edelmetallplättchen (8) und  
Elektrodengrundkörper (5) entfernt wird, der sich in seiner

Mikrostruktur und/oder Zusammensetzung von der eines inneren Abschnitts (12) des Übergangsbereichs unterscheidet.